Интеллектуальная система с использованием концептов-представлений для решения задач целенаправленного поведения

Целью исследования являются интеллектуальные системы для решения задач целенаправленного поведения, которые ориентированы на применение когнитивных механизмов в вопросах формирования и формализации представления действительности. Интерес к использованию когнитивных механизмов возник после выяснения того, что, при использовании различных достижений в области информационных технологий, компьютер уступает человеку при решении некоторых интеллектуальных задач. В статье исследуется возможность применения когнитивного подхода. Такой подход позволяет сократить объемы перерабатываемой информации при формировании управляющих решений, для выхода из незапланированных ситуаций.

Для использования когнитивных механизмов автором рассматриваются методы, обеспечивающие их применение при формировании и структурировании концептов-представлений. При решении этой задачи используются современные методы и технологии модульного подхода. Так сервисно-ориентированная архитектура представляет собой модульный подход к разработке программного обеспечения. При таком подходе применяются заменяемые компоненты, имеющие стандартизированные интерфейсы и взаимодействующие по стандартизированным протоколам. Не менее важным для разработчиков интеллектуальных систем является агентно-ориентированный подход. По сравнению с объектами агенты являются не сущностями, вызывающими друг у друга конкретные методы, а субъектами, которые запрашивают выполнение требуемых действий. Агент находится на высоком уровне сложности по отношению к используемым объектам в объектно-ориентированном подходе. Для описания действительности используется интегрированный подход представления знаний. Используя указанные подходы и методы, автором рассматриваются вопросы построения модулей интеллектуальных систем с интеграцией компьютерной парадигмы и когнитивных механизмов.

В статье представлена структура кибернетической системы для решения относительно несложных задач целенаправленного поведения. В системе используется классический подход к представлению действительности — чувственные образы. Эти образы формируются из признаков, значения которых получаются из различных источников (датчиков, программных приложений). Показаны модули, которые необходимы для формирования из чувственных образов концептов-представлений действительности. Концепт-представление является обобщенным чувственно-наглядным образом рассматриваемого предмета или явления. Они статичны и являются отражением множества ярких внешних, чувственно наблюдаемых признаков отдельного предмета или явления действительности. Представлен демо-пример формирования концептов-представлений. Показан фрагмент базы знаний, содержащий сформированный концепт представление.

Применение рассмотренных подходов позволит подойти не только к решению задач формирования концептов-представлений, но и к их использованию для решения задач целенаправленного поведения. В решении этой задачи можно выделить два этапа. На первом этапе используются управляющие воздействия (команды), которые могут быть спланированными и реализованными без изменений. На втором этапе можно будет формировать обобщенные представления команд. В этом случае потребуются их перевод в конкретный, исполняемый вид. Данные механизмы смогут применяться в кибернетических системах для сокращения объемов перерабатываемой информации при принятии решений, для выхода из незапланированных ситуаций.

Ключевые слова: когнитивный подход, концепт-представление, чувственный образ, интеллектуальные модули, целенаправленное поведение.

Vasiliy M. Trembach

Moscow Aviation Institute (National Research University), «MAI», Moscow, Russia

Intelligence system using the concepts of representations for solving problems of goal-directed behavior

The aim of the research is the intellectual systems, focused on the use of cognitive mechanisms relating to the issues of formation and formalization of reality representation for solving the problems of goal-oriented behavior. The interest to the use of cognitive mechanisms arose after it became evident that while using various achievements in the field of information technologies, the computer is inferior to a man in solving some intellectual problems. The article examines the possibility of using cognitive approach. This approach allows to reduce the volumes of the information being processed while working out the managerial solutions for unplanned, unexpected situations. For the use of cognitive mechanisms the author considers the

methods that ensure their application in the formation and structuring of concept-representations. When solving this task we use modern methods and technologies of a modular approach. So service-oriented architecture represents a modular approach to software development. This approach uses replaceable components that have standardized interfaces and communicate over standardized protocols. An agent-oriented approach is equally important for smart system developers. Compared to objects, agents are not entities that require specific methods from each other, but entities that request the operation of required actions. The agent is at a significantly higher level of complexity with respect to traditional

objects in an object-oriented approach. Using these approaches and methods, the author considers the issues of building modules of intelligent systems with the integration of the computer paradigm and cognitive mechanisms.

The article presents the structure of a cybernetic system for solving relatively simple problems of goal-oriented behavior. The system uses a classical approach to the representation of reality – sensual images. These images are formed of features, the values of which are obtained from various sources (sensors, software applications) OTS. The modules which are necessary for forming concepts-representations of reality from sensual images are shown. A concept representation is a generalized sense-visual image of an object or phenomenon. Concepts-representations are static and represent a reflection of a set of the brightest external, sensually perceived signs of a separate subject or a reality phenomenon. A demo example of the formation of concept representation is presented. A fragment of

the knowledge base containing the generated concept representation is shown.

The application of the considered approach will allow us to approach not only the problem solution of the formation of concept-representations, but also their use for the solution of the task of a goal-oriented behavior. In this task it is possible to allocate two stages. At the first stage control actions (commands) can be used, which can be planned and implemented without changes. At the second stage it will be possible to form generalized representations of commands. In this case, you will need to translate them into a specific, executable form. These mechanisms can be used in cybernetic systems to reduce the amount of processed information in decision-making, to overcome unplanned, unexpected situations.

Keywords: cognitive approach, concept representation, a sensual image, intelligent modules, goal-oriented behavior.

Введение

В своем развитии информационные системы для решения задач управления прошли несколько этапов. На первом этапе была возможность использовать для управления, принятия решений только человеческие ресурсы. Других просто не было.

На втором этапе стали появляться технические устройства для информационной поддержки управляемых процессов (Регулятор Уайта и т.д.).

На третьем этапе стали использоваться электрические, а впоследствии и электронные элементы для решения задач управления. Эти задачи, по своей структуре, были несложными и доступными для автоматического управления.

Со временем решаемые задачи стали усложняться и для их управления появились системы, использующие, как человеческие, так и аппаратные ресурсы.

В работе [1] такие системы классифицируются как организационно-технические системы (ОТС). Системы, использующие только людские ресурсы для решения задач управления, считаются организационными (социальными) системами. Если же в основе управляющих систем применяются аппаратные (электронные, вычислительные) элементы, то такие системы считаются техническими.

К настоящему времени произошел скачок в развитии

информационных технологий. Появились персональные и мобильные компьютеры, вычислительные сети, программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС), интеллектуальные приложения различного назначения и т.д. Но, вместе с тем, сильно изменились и задачи, которые необходимо решать с помощью технических, компьютерных систем. В свете этих изменений актуальным является развитие ОТС, сочетающих современные достижения компьютерных технологий и интеллектуальных возможностей человека.

В современных ОТС широко используется компьютерная парадигма [2]. Как отмечается в работах [2,3,10], в компьютерную парадигму заложены методы символьного представления информации и её обработки с помощью алгоритмических, ориентированных на логику и комбинаторику процедур. Данный компьютерный подход при решении некоторых интеллектуальных задач уступает человеку в скорости интерпретации ситуации и формирования адекватного сценария поведения. Поэтому большой интерес вызывает развитие когнитивного подхода. Данный подход ориентирован на быструю и адекватную оценку и интерпретацию целостных картин мира. В настоящее время массовый характер создания ОТС с использованием цифровых технологий

обуславливает необходимость комплексирования методов и средств символьной логической обработки данных и когнитивных механизмов обработки образов и концептов.

В статье рассматриваются возможности использования концептов-представлений для решения задач целенаправленного поведения.

1. Современные технологии ОТС

Использование различных методов решения современных и перспективных интеллектуальных задач в ОТС требует от их разработчиков новых подходов и технологий проектирования и создания информационных систем. В такой ситуации возникли и стали широко использоваться различные концепции проектирования информационных систем. Одной из них стала концепция модульного (компонентного, сборочного) проектирования интеллектуальных систем (ИС), позволяющая ускорить эти процессы в ОТС. Для решения этой задачи авторами [4] предлагается: «...создать общую библиотеку многократно используемых семантически совместимых компонентов интеллектуальных систем...». На основе этой библиотеки планируется разработать методику модульного (компонентного, сборочного) проектирования современных интеллектуальных систем. В общей библи-

отеке выделяются следующие разделы [4]:

- библиотека компонентов баз знаний, которая будет многократно использоваться. В эту библиотеку входят совместимые семантически онтологии различного содержания. Компонентами библиотеки являются обязательные знания для современных ИС (базовые знания по арифметике, теории множеств, знания по теории отношений, базовые знания по логике и многие другие, востребованные знания).

- библиотека компонентов для информационного поиска, включающая поисковые модули, агенты.

- библиотека компонентов для интеграции знаний и машин обработки знаний; библиотеки интерпретаторов программ на различных языках программирования, различных стратегий решения задач, компонентов пользовательских интерфейсов.

В работе [4] отмечается: «...модульное проектирование ИС возможно только в том случае, если отбор компонентов, включаемых в состав рассмотренной библиотеки, будет осуществляться на основе тщательного анализа качества этих компонентов...».

Разработчиками ОТС активно используются современные подходы и технологии, которые расширяют возможности и добавляют преимущества модульного подхода. Так, например, сервисно-ориентированная архитектура (СОА) отражает модульный подход к разработке программного обеспечения. В основу СОА заложено использование заменяемых компонентов, которые имеют стандартизированные интерфейсы и взаимодействуют по стандартизированным протоколам [5]. В рамках концепции СОА используются независимые сервисы с интерфейсами. Эти сервисы для выполнения возникающих задач могут вызываться неким

стандартным способом. Важной особенностью является то, что сервисы заранее ничего не знают о вызывающем их приложении, а приложению не известно, каким образом будет выполнена возникшая задача. Это происходит благодаря тому, что «сервисы» (или компоненты), имея согласованные общие интерфейсы, используют единые правила (протоколы) для определения порядка вызова сервисов и их взаимодействия друг с другом. Применение СОА позволяет создавать приложения из наборов, комбинации слабосвязанных и взаимодействующих сервисов. Это приводит ко все большему распространению СОА, модульного подхода во многих областях ИТ индустрии благодаря одной особенности — возможности предложить эффективный подход к решению проблемы интеграции информационных ресурсов.

Не менее важным для разработчиков ОТС является агентно-ориентированный подход. Он во многом схож с объектно-ориентированным подходом (ООП), который в своей основе использует объектную декомпозицию. Статическая структура рассматриваемой системы описывается в терминах объектов и связей между ними. Поведение системы представляется в терминах обмена сообщениями, передаваемыми между объектами. Каждому объекту системы свойственно свое собственное поведение, моделирующее поведение объекта действительности. У него имеются собственные данные и процедуры. Объект может иметь иерархическую структуру, т.е. состоять из нескольких объектов или/и быть частью другого объекта [6,8,7].

Для объектов все действия выполняются через сообщения. В сообщениях объекту указывается «что делать» без указания «как делать». Объект может определяться такими

признаками, как инкапсуляция; отношениями «класс-пример»; свойствами наследования; наличием сообщений, код процедур которых может различаться в зависимости от приемника сообщений.

При ООП данные и процедуры объединяются в программные объекты; для взаимосвязей между объектами используются сообщения; одинаковые объекты группируются в классы; в объектах данные и процедуры наследуются по иерархии классов. В процессе функционирования объекты не могут определять свое поведение, состояние, содержание; проводить анализ своих связей с другими объектами; выявлять природу адресованных им сообщений, т.к. получение сообщений сводится к вызову процедуры. Объекты не способны самостоятельно формировать цели.

По сравнению с объектами агенты являются не сущностями, вызывающими друг у друга конкретные методы, а субъектами, которые запрашивают выполнение требуемых действий.

У агентов состояния можно изменять с использованием понятий, убеждений, желаний, и т.д. В ходе взаимодействия у агентов выделяются собственные потоки управления, и они могут выполнять такие действия как порождение, подавление и замена других агентов, активизация функций и сценария деятельности, сохранение данных о текущем состоянии других агентов и т.д.

В итоге, агент находится на заметно более высоком уровне сложности по отношению к традиционным объектам в ООП. В своих работах Тарасов В.Б. отмечает [6]: «... Если для сравнения использовать систему абстрактных полярных шкал типа «пассивный — активный», «реактивный — целенаправленный», «зависимый — автономный» и поместить на них объекты и агенты, то объекты

будут располагаться на левых полюсах, а агенты должны находиться правее, ближе к полюсам «активный», «целенаправленный», «автономный». Смещение агентов на указанных шкалах к правым полюсам показывает доступный уровень субъективности МАС...» [9].

В современных динамических интеллектуальных ОТС используются модули, разработанные на основе компьютерной парадигмы [2,10,18,21], в основу которой заложены символичные представления информации и их обработка с помощью алгоритмических, ориентированных на логику и комбинаторику процедур. Такой подход проигрывает когнитивным механизмам, используемым человеком при решении некоторых задач принятия ситуационных решений [2, 3, 10]. У специалистов в области искусственного интеллекта (ИИ) есть некоторые результаты исследований когнитивных механизмов [2, 10], но не разработаны методы и средства для создания модулей, позволяющих использовать указанные подходы в сочетании с применением компьютерной парадигмы. В статье рассматриваются вопросы построения модулей ОТС с интеграцией компьютерной парадигмы и когнитивных механизмов.

2. Типовые модули ОТС

Опыт разработки и использования интеллектуальных систем указывает на необходимость поиска новых подходов к созданию ОТС. В работах [11,12] отмечается одно перспективное направление, особенностью которого является не вопрос адекватности разрабатываемой теории реальным процессам человеческого мышления. Основным является выявление возможности применения и дальнейшего развития наработанных результатов исследований в

интеллектуальных технологиях [2, 10]. При этом специалистами в области ИИ отмечается сложность задач исследования и использования когнитивных механизмов современного человека. Это связано со многими факторами [13, 14], появившимися в ходе эволюционного развития: опыт взаимодействия с действительностью, образование, религия, личные взгляды, культура, заблуждения, ожидания и т.д. Поэтому одним из применяемых подходов к исследованию сложных задач является использование более простой модельной задачи [15]. В таких задачах можно исключить многие факторы эволюционного развития, а усложняется система по мере понимания исследуемых когнитивных механизмов.

Под простой модельной задачей может пониматься задача по переводу объекта из текущего состояния в требуемое на основе анализа небольшого числа признаков (датчиков) и управляющих объектом воздействий (команд) с точки зрения достижения поставленной цели.

Для решения такой задачи необходимы: целевое (требуемое) состояние объекта, которое ему необходимо достичь; текущее состояние объекта с учетом внешних возмущений,

получаемое в результате анализа признаков действительности (значений датчиков); планирование управляющих воздействий для достижения требуемого состояния; реализация управляющих воздействий для достижения требуемого состояния (цели).

В большинстве случаев решение простой задачи можно представить в общем виде следующим образом

$$Y = F(x, z, u), \quad (1)$$

где

Y – результат решения задачи,

F – оператор получения результата решения задачи,

x – входная информация для планирования управляющих воздействий,

z – возмущения, нарушающие решение задачи,

u – управляющие воздействия, обеспечивающие результат решения задачи.

Для реализации ОТС, ориентированной на решение задачи (1), потребуются модули, обеспечивающие работу системы, структура которой представлена на рис. 1. ОТС для решения простой задачи содержит:

– интерфейс для получения, требуемого (целевого) состояния – $S_{ц}$;

– модуль для использования требуемого состояния – $S_{ц}$;

Рис. 1. Структура ОТС для решения простой задачи

- модуль формирования текущего состояния — $S_{тек}$;
- блок сравнения текущего состояния с требуемым;
- модуль планирования управляющих воздействий (УпрВ), включающий базу знаний (БЗ);
- модуль реализации УпрВ;
- модуль фиксации результата решения задачи.

В простейшем случае интерфейс для получения, требуемого (целевого) состояния — $S_{ц}$ служит для ввода описания состояния объекта, которое необходимо достичь. Это состояние может быть представлено одним или несколькими признаками. Требуемое состояние может задаваться текстом через оконный интерфейс, с использованием речевого ввода и с помощью изображений знаков, которые распознаются и представляются признаками.

Модуль для использования требуемого состояния — $S_{ц}$ обеспечивает получение требуемого состояния, его хранение, актуализацию и выдачу в ОТС: в блок сравнения; модуль планирования; модуль фиксации результата решения задачи. В блоке сравнения требуемое состояние $S_{ц}$ используется для выявления признаков, имеющих отличающиеся текущие значения. Для таких признаков проводится планирование и в этом случае требуемое состояние поступает в модуль планирования управляющих воздействий. В модуль фиксации результата решения задачи требуемого состояния — $S_{ц}$ поступает в роли одного из элементов описания полученного решения задачи.

В модуле формирования текущего состояния $S_{тек}$ происходит прием значений признаков из различных источников (датчиков, программных приложений) и их преобразование в единое информационное пространство ОТС. Описания $S_{тек}$ используются в блоке сравнения для выявления признаков, текущие значения

которых отличаются от требуемых. Описания текущего состояния используются также при операциях планирования и в модуле фиксации результата решения задачи, как один из элементов полученного решения задачи.

Блок сравнения служит для запуска модуля планирования управляющих воздействий при несовпадении текущего и требуемого значений хотя бы у одного признака описания требуемого состояния. Он инициирует модуль фиксации результата решения задачи для получения и сохранения итогов реализации управляющих воздействий, т.е. окончания решения задачи по переводу объекта управления в требуемое состояние.

Модуль планирования управляющих воздействий предназначен для формирования команд, обеспечивающих перевод объекта в требуемое состояние. В модуле используется база знаний (БЗ) об управляющих воздействиях. Сформированные управляющие воздействия пересылаются в другой модуль для их реализации.

Модуль реализации управляющих воздействий (команд) предназначен для хранения сформированных управляющих воздействий и их реализации. Сведения об отработке этих команд осуществляется через обратную связь с объектом. Для этого используются модуль формирования текущего состояния $S_{тек}$.

Модуль фиксации результата решения задачи предназначен для фиксации и хранения отработанных (апробированных) результатов решения задачи. Результаты решения задачи включают следующие данные: описание текущего состояния; признак о несовпадении состояния цели и текущего состояния объекта; описание состояния цели объекта; множество управляющих воздействий, которые сформиро-

ваны для решения текущей задачи. Данная информация может использоваться для операций обобщения описаний одинаковых задач.

3. Формализация концептов-представлений действительности в ОТС

На начальном этапе развития ОТС для решения простой модельной задачи в модулях фиксации результата решения задачи, использования требуемого состояния — $S_{ц}$ формирования текущего состояния $S_{тек}$ и БЗ модуля планирования управляющих воздействий могут использоваться чувственные образы. Для них признаки формируются в модуле формирования текущего состояния $S_{тек}$, используя среду восприятия, датчики, сенсоры управляемого объекта. Хранятся признаки в базе знаний модуля планирования управляющих воздействий, а используются для формирования множества управляющих воздействий и формирования и сохранения результата решения задачи.

В настоящее время существует множество подходов и методов к представлению знаний. Эти методы представления знаний имеют ограниченные области решаемых задач из-за присущих им свойств и ограничений. Для представления чувственного образа предлагается интегрированный подход, в основе которого используются сетевые и логические парадигмы представление действительности.

Для пояснения особенностей интегрированного подхода к описанию концептов-представлений необходимы некоторые понятия и определения, используемые в логике [16]. Свойства и отношения сущностей задаются признаками. Признаки подразделяются на существенные и несущественные.

Существенные признаки — это те, которые необходимы.

Рис. 2. Структура представления чувственного образа действительности

Без них сущность не представляется в своей качественной определенности.

Несущественные признаки являются второстепенными. Наличие или отсутствие таких признаков оставляет сущность в том же качестве. Несущественные признаки подразделяются на собственные и случайные. Собственные признаки свойственны всем предметам данного рода. Они выражают одну из характерных и важных черт этих сущностей.

Случайные признаки характеризуют второстепенные индивидуальные черты сущностей. Существенные и несущественные признаки различаются и эти различия имеют относительный характер.

Для любой сущности можно поставить в соответствие содержание и объем. Содержанием сущности является совокупность характеризующих ее существенных признаков, подразумевающих (определяющих) данную сущность. Объем сущности составляет совокупность или множество предметов, объектов или явлений, которые охвачены этой сущностью. Со времени Аристотеля признаки понятий принято делить на 5 классов. Для сущностей будет использоваться класс Род

(genus) или родовой признак, который есть понятие класса, в который вводится другое рассматриваемое понятие.

Чувственный образ представляется множеством вершин и взвешенных связей между ними. Каждая вершина описывается атрибутами сущности (рис. 2):

- имя описываемой вершины-сущности;
- предусловие;
- постусловие;
- список имен вершин-сущностей нижнего уровня (содержание);
- список имен (названий) вершин-сущностей верхнего уровня;
- список имен (названий) вершин-сущностей рода (объем);
- множество представлений о ситуациях, активизирующих вершину-сущность.

Имя описываемой вершины-сущности. Может выступать в роли определяющего вершину-сущность элемента. Имя обеспечивает уникальность обозначения описания рассматриваемой сущности и представляет собой набор символов, представляющих уникальную комбинацию [17].

Предусловие для текущей (рассматриваемой) вершины-

сущности является описанием ситуации при которой вершина, соответствующая текущей сущности, будет активной [17].

Постусловие для текущей (рассматриваемой) вершины-сущности. Является признаком активизации, свидетельствующим о переходе вершины-сущности, которая рассматривается, в активное состояние [17].

Список имен нижнего уровня – содержание для текущей вершины-сущности. Содержит названия вершин-сущностей, которые определяют рассматриваемую вершину-сущность.

Список имен верхнего уровня для анализируемой вершины-сущности. Состоит из имен вершин-сущностей, которые определяются рассматриваемой вершиной [17].

Список имен (названий) рода для текущей (рассматриваемой) вершины. Содержит все имена вершин, которые охвачены рассматриваемой вершиной. Является объемом вершины-сущности.

Для развития ОТС используются концепты-представления, которые являются обобщенными чувственными образами разных предметов и явлений. Они являются более высокими по степени абстрактности, по сравнению с действительностью через конкретно-чувственные образы. Концепты-представления отражают множество наиболее наглядных, ярких внешних признаков предмета или явления. Данные концепты создаются в формате интегрированного подхода к представлению знаний. Структура концепт-представления имеет следующий вид:

- Имя концепта-представления,
- ПРДУ – ПредУсловия. Множество существенных и отделяемых признаков представления,
- ПСТУ – ПостУсловия. Признак активизации вершины-сущности (концепта-представления),

Рис. 3. Модули ОТС для формирования и использования концептов-представлений

- Содержание концепта-представления – множество существенных признаков представления,

- СПИМ-ВУ – список имен верхнего уровня,

- Объем концепта-представления – множество предметов или явлений, на которые распространяется концепт-представление.

Для формирования и использования концептов-представлений в задачах целенаправленного поведения в ОТС необходимы модули, представленные на рис. 3.

В модуле формирования текущего состояния $S_{тек}$, как и в ОТС с использованием чувственного образа действительности, происходит прием значений признаков из различных источников (датчиков, программных приложений) и их преобразование в единое информационное пространство ОТС. $S_{тек}$ представляет собой чувственный образ и поступает в модуль формирования

концептов представлений для выявления существенных признаков. Выявление существенных признаков происходит следующим образом: из базы знаний извлекается концепт-представление для чувственного образа $S_{тек}$ и используется как текущее множество существенных признаков. Из чувственного образа признаки сравниваются с текущим множеством существенных признаков рассматриваемого концепта-представления. Если признаки чувственного образа совпадают с существенными признаками множества существенных признаков, то концепт-представление перезаписывается в БЗ. Если чувственный образ содержит не все существенные признаки текущего множества существенных признаков концепта-представления, то отсутствующие существенные признаки помечаются как кандидаты на удаление из числа существенных признаков, после опре-

деленного числа повторений такой ситуации. Сформированные концепты-представления заносятся в базу знаний для хранения и использования, например, при планировании. Хранящиеся в БЗ концепты-представления могут редактироваться через интерфейс для задания цели $S_{ц}$.

Описания $S_{тек}$ используются для выявления признаков, текущие значения которых отличаются от требуемых в модуле планирования управляющих воздействий. Требуемое для планирования состояние задается через интерфейс. С момента поступления $S_{ц}$ начинается решение задачи. Управляющие воздействия формируются в модуле для их планирования, а исполнение осуществляется с помощью модуля реализации управляющих воздействий.

4. Демо-пример формирования БЗ концептов-представлений

Для ОТС, представленной на рис.3, сформирован пример для описания телефона в формате чувственного образа. Все ситуации этого чувственного образа – телефона, фиксируются в модуле формирования $S_{тек}$. Если описание образа телефона встретилось впервые, то оно без изменений переписывается в БЗ, как концепт-представление для телефона, т.е. первично сформированный концепт-представление является чувственным образом без изменений. В дальнейшем это описание концепта будет называться текущим множеством существенных признаков для телефона.

Если образ телефона появляется повторно, то его описание анализируется в модуле формирования концептов-представлений. Для этого из базы знаний извлекается текущее множество существенных признаков для телефона, а из модуля формирования

Таблица 1

имя чувственного образа	имя признака	значение
телефон	наличие номеронабирателя	да
	есть микрофон и наушник	да
	цвет красный	да
	есть диктофон	да

Таблица 2

имя чувственного образа	имя признака	значение
телефон	наличие номеронабирателя	да
	есть микрофон и наушник	да
	есть камера	да
	есть диктофон	да
телефон	наличие номеронабирателя	да
	есть микрофон и наушник	да
	есть розетка для подключения	да
	есть база	да
	есть дисплей	да
телефон	наличие номеронабирателя	да
	есть микрофон и наушник	да
	цвет черный	да
	стандарт 1G	да
телефон	наличие номеронабирателя	да
	есть микрофон и наушник	да
	цвет белый	да
	стандарт 2G	да
телефон	наличие номеронабирателя	да
	есть микрофон и наушник	да
	есть камера	да
	есть вспышка	да
	стандарт 3G	да

$S_{тек}$ — описание чувственного образа телефона. Происходит сравнение множества существенных признаков для концепта-представления телефона с признаками чувственного образа телефона из $S_{тек}$.

Если все существенные признаки концепта-представления совпали с соответствующими

Рис. 4. Окно для ввода чувственного образа телефона

признаками чувственного образа, то концепт-представление передается в БЗ без изменений.

Если же чувственный образ отличается от хранимого в БЗ, то отсутствующие существенные признаки помечаются как кандидаты на удаление из числа существенных признаков.

Весовые коэффициенты у помеченных признаков начинают уменьшаться, а после достижения заданного нижнего уровня (это происходит после определенного числа повторений такой ситуации), данный признак удаляется из числа существенных признаков описания концепта-представления [17,18,19,20].

Чувственный образ телефона для первой ситуации будет выглядеть как в табл. 1.

Содержание чувственного образа телефона для последующих ситуаций представлено в табл. 2.

Пример ввода признаков чувственного образа телефона для первой ситуации показан на рис. 4.

С вводом нового образа телефона происходит изменение его представления до формирования обобщенного описания телефона. На рис. 5 показано обобщенное представление телефона в виде фрагмента базы знаний.

Заключение

Рассмотренная кибернетическая система, использующая интегрированный подход к описанию действительности и когнитивный подход к мыш-

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<base>
  <prototype name="телефон" comments="аппарат для связи">
    <PRDU>
      <element name="есть_мкф_наушник" ODZname="да" w="1" />
      <element name="наличие_НН" ODZname="да" w="1" />
    </PRDU>
    <PSTU>
      <element name="млф" ODZname="да" w="1" />
    </PSTU>
  </prototype>
  <prototype name="АТС" comments="станция млф">
    <PRDU>
      <element name="телефон" ODZname="да" w="1" />
    </PRDU>
  </prototype>
</base>
```

Рис. 5. Фрагмент базы знаний с обобщенным представлением образа телефона

лению человека, позволяет решать несложные задачи целенаправленного поведения. Использование системой когнитивного подхода к представлению, формализации сведений о действительности включает несколько этапов. На первом этапе система только познает мир и ей все видится с помощью конкретно-чувственных образов.

На следующем этапе система выполняет обобщение сведений о действительности

путем формирования концептов-представлений. Они хранятся в базе знаний системы.

Для развития когнитивного подхода модули интеллектуальной системы должны не только формировать концепты-представления, но и уметь их использовать для сокращения объемов перерабатываемой информации при принятии решений, для выхода из незапланированных ситуаций. С этой целью целесообразно использовать управляющие воз-

действия (команды), которые могут быть спланированными и реализованными без изменений. В дальнейшем можно будет формировать обобщенные представления команд. В этом случае потребуется их перевод в конкретный, исполняемый вид. Эффективность применения данного подхода [22] будет зависеть от степени обобщения (перехода к конкретным) не только воспринимаемых предметов и явлений, но и действий над ними.

Литература

1. Анфилов В.С., Емельянов А.А. (ред.), Кукушкин А.А. Системный анализ в управлении: Учеб. пособие. М.: Финансы и статистика, 2002.
2. Кузнецов О.П. Когнитивная семантика и искусственный интеллект // Искусственный интеллект и принятие решений. 2012. № 4. С. 32-42.
3. Трэмбач В.М., Когнитивный подход к созданию интеллектуальных модулей организационно-технических систем // Открытое образование. 2017. № 2. С. 78-87.
4. Голенков В.В., Гулякина Н.А. Принципы построения массовой семантической технологии компонентного проектирования интеллектуальных систем // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем = Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS2011): материалы I Междунар. научн.техн. конф. Минск: БГУИР. 2011. С. 21-58.
5. Dirk Krafzig, Karl Banke, and Dirk Slama. Enterprise SOA. Prentice Hall, 2005.
6. Тарасов В.Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика. М.: Эдиториал УРСС. 2002. 352 с.
7. Тельнов Ю.Ф. Модель многоагентной системы реализации информационно-образовательного пространства // Четырнадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2014 (24-27 сентября 2014 г., г. Казань, Россия): Труды конференции. Т. 1. Казань: Изд-во РИЦ «Школа», 2014. С. 334-343.
8. Трэмбач В.М. Многоагентная система для решения зада целенаправленного поведения. // Четырнадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ 2014 (24-27 сентября 2014 г., г. Казань, Россия): Труды конференции. Т. 1. Казань: Изд-во РИЦ «Школа», 2014. С. 344-353.
9. Тельнов Ю.Ф., Данилов А.В., Казаков В.А. Программная реализация информацион-

References

1. Anfilatov V.S., Emel'yanov A.A. (ed.), Kuku-shkin A.A. Sistemnyy analiz v upravlenii: Ucheb. posobie. Moscow: Finansy i statistika, 2002. (In Russ.)
2. Kuznetsov O.P. Kognitivnaya semantika i iskusstvennyy intellekt. Iskustvennyy intellekt i prinyatie resheniy. 2012. No.4. P. 32-42. (In Russ.)
3. Trembach V.M., Kognitivnyy podkhod k sozdaniyu intellektual'nykh moduley organizatsionno-tekhnicheskikh sistem. Otkrytoe obrazovanie. 2017. No. 2. P. 78-87 (In Russ.)
4. Golenkov V.V., Gulyakina N.A. Printsipy postroeniya massovoy semanticheskoy tekhnologii komponentnogo proektirovaniya intellektual'nykh sistem. Otkrytye semanticheskie tekhnologii proektirovaniya intellektual'nykh sistem = Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS2011): materialy I Mezhdunar. nauchn. tekhn. konf. Minsk: BGUIR. 2011. P. 21-58. (In Russ.)
5. Dirk Krafzig, Karl Banke, and Dirk Slama. Enterprise SOA. Prentice Hall, 2005.
6. Tarasov V.B. Ot mnogoagentnykh sistem k intellektual'nykh organizatsiyam: filosofiya, psikhologiya, informatika. Moscow: Editorial URSS. 2002. 352 p. (In Russ.)
7. Tel'nov Yu.F. Model' mnogoagentnoy sistemy realizatsii informatsionno-obrazovatel'nogo prostranstva. Chetyrnadtsataya natsional'naya konferentsiya po iskusstvennomu intellektu s mezhdunarodnym uchastiem KII-2014 (24-27 September 2014, Kazan', Russia): Trudy konferentsii. Vol.1. Kazan': Izd-vo RITs «Shkola», 2014. P. 334-343. (In Russ.)
8. Trembach V.M. Mnogoagentnaya sistema dlya resheniya zad tselenapravlennoogo povedeniya.. Chetyrnadtsataya natsional'naya konferentsiya po iskusstvennomu intellektu s mezhdunarodnym uchastiem KII 2014 (24-27 September 2014, Kazan', Russia): Trudy konferentsii. Vol. 1. Kazan': Izd-vo RITs «Shkola», 2014. P. 344-353. (In Russ.)
9. Tel'nov Yu.F., Danilov A.V., Kazakov V.A. Programmnaya realizatsiya informatsionno-

но-образовательного пространства на основе многоагентной технологии и онтологического подхода // Открытое образование. 2015. № 6. С. 73–82.

10. Кузнецов О.П. О концептуальной семантике // Искусственный интеллект и принятие решений. 2014. № 3. С. 32–42.

11. Rosch E. Cognitive representations of semantic categories. *Journal of Experimental Psychology*, 1975. 104. P. 192–233.

12. Lakoff J. *Women, Fire, and Dangerous Things: What Categories Reveal About the Mind*. Chicago. University of Chicago Press, 1987.

13. Лапаева Л.Г., Бычков О.А., Рогаткин Д.А. Нейробиология, понятийные категории языка и элементарная модель мира робота // Пятнадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ 2016 (3–7 октября 2016 г., г. Смоленск, Россия): Труды конференции. Т. 2. Смоленск: Универсум, 2016. С. 292–300.

14. Чудова Н.В. Концептуальное описание картины мира в задачах моделирования поведения // Искусственный интеллект и принятие решений. 2012. № 2.

15. Рогаткин Д.А., Куликов Д.А., Ивлиева А.Л. Три взгляда на современные данные нейронаук в интересах интеллектуальной робототехники // *Modeling of Artificial Intelligence*, 2015. Vol. 6. Iss. 2.

16. Челпанов В.Г. Учебник логики М.: Научная Библиотека, 2010. 128 с.

17. Трембач В.М. Решение задач управления в организационно-технических системах с использованием эволюционирующих знаний: монография. М.: МЭСИ, 2010. 236 с.

18. Саттон Р.С. Барто Э.Г. Обучение с подкреплением. пер. с англ. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. 399 с.

19. Гаврилова Т. А., Кудрявцев Д. В., Муромцев Д. И. Инженерия знаний. Модели и методы: Учебник. СПб.: Издательство «Лань», 2016. 324 с.

20. Рыбина Г.В. Основы построения интеллектуальных систем: учеб. пособие М.: Финансы и статистика. 2010. 432 с.

21. Рыбина Г.В., Паронджанов С.С. Технология построения динамических интеллектуальных систем: Учебное пособие. М.: НИЯУ МИФИ, 2011. 240 с.

22. Солодов А.А., Солодова Е.А. Анализ динамических характеристик случайных воздействий в когнитивных системах // Открытое образование. № 1. 2017. С. 4–13.

obrazovatel'nogo prostranstva na osnove mnogoagentnoy tekhnologii i ontologicheskogo podkhoda. *Otkrytoe obrazovanie*. 2015. No. 6. P. 73–82. (In Russ.)

10. Kuznetsov O.P. O kontseptual'noy semantike. *Iskusstvennyy intellekt i prinyatie resheniy*. 2014. No. 3. P. 32–42. (In Russ.)

11. Rosch E. Cognitive representations of semantic categories. *Journal of Experimental Psychology*, 1975. 104. P. 192–233.

12. Lakoff J. *Women, Fire, and Dangerous Things: What Categories Reveal About the Mind*. Chicago. University of Chicago Press, 1987.

13. Lapaeva L.G., Bychenkov O.A., Rogatkin D.A. Neyrobiologiya, ponyatiynye kategorii yazyka i elementarnaya model' mira robota. *Pyatnadsataya natsional'naya konferentsiya po iskusstvennomu intellektu s mezhdunarodnym uchastiem KII 2016* (3–7 October 2016, Smolensk, Russia): *Trudy konferentsii*. Vol. 2. Smolensk: Universum, 2016. P. 292–300. (In Russ.)

14. Chudova N.V. Kontseptual'noe opisanie kartiny mira v zadachakh modelirovaniya povedeniya. *Iskusstvennyy intellekt i prinyatie resheniy*. 2012. No. 2. (In Russ.)

15. Rogatkin D.A., Kulikov D.A., Ivlieva A.L. Tri vzglyada na sovremennye dannye neyronauk v interesakh intellektual'noy robototekhniki. *Modeling of Artificial Intelligence*, 2015. Vol. 6. Iss. 2. (In Russ.)

16. Chelpanov V.G. *Uchebnik logiki* Moscow: Nauchnaya Biblioteka, 2010. 128 p. (In Russ.)

17. Trembach V.M. *Reshenie zadach upravleniya v organizatsionno-tekhnicheskikh sistemakh s ispol'zovaniem evolyutsioniruyushchikh znaniy: monografiya*. Moscow: MESI, 2010. 236 p. (In Russ.)

18. Sutton R.S. Barto E.G. *Obuchenie s podкреплением*. Tr. from Eng. Moscow: BINOM. Laboratoriya znaniy, 2011. 399 p. (In Russ.)

19. Gavrilova T. A., Kudryavtsev D. V., Muromtsev D. I. *Inzheneriya znaniy. Modeli i metody: Uchebnik*. Saint Petersburg: Izdatel'stvo «Lan'», 2016. 324 P. (In Russ.)

20. Rybina G.V. *Osnovy postroeniya intellektual'nykh sistem: ucheb. posobie* Moscow: Finansy i statistika. 2010. 432 p. (In Russ.)

21. Rybina G.V., Parondzhanov p.S. *Tekhnologiya postroeniya dinamicheskikh intellektual'nykh sistem: Uchebnoe posobie*. Moscow: NIYaU MIFI, 2011. 240 p. (In Russ.)

22. Solodov A.A., Solodova E.A. *Analiz dinamicheskikh kharakteristik sluchaynykh vozddeystviy v kognitivnykh sistemakh*. *Otkrytoe obrazovanie*. No. 1. 2017. P. 4–13 (In Russ.)

Сведения об авторе

Василий Михайлович Трембач

К.т.н., доцент, доцент кафедры 304
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет) «МАИ»,
Москва, Россия
Эл. почта: trembach@yandex.ru
Тел.: 8 910 402 7104

Information about the authors

Vasiliy M. Trembach

Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor,
Associate Professor of the Department 304
Moscow Aviation Institute,
Moscow, Russia
E-mail: trembach@yandex.ru
Tel.: 8 910 402 7104